

**К. В. Соснин<sup>1\*</sup>, Д. А. Романов<sup>1</sup>, В. Е. Громов<sup>1</sup>,  
Ю. Ф. Иванов<sup>2</sup>, А. Д. Филяков<sup>1</sup>, Е. А. Гаевой**

<sup>1</sup> Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

<sup>2</sup> Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск

\*k.sosnin@mail.ru

## **ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ СИНТЕЗ БИОИНЕРТНЫХ ПОКРЫТИЙ СИСТЕМЫ Ti-Nb**

Синтезированы биоинертные электровзрывные покрытия системы Ti-Nb, свойства которых отвечают эксплуатационным требованиям, на поверхности экономических медицинских имплантатов. Электровзрывные покрытия обладают уникальным комплексом физико-химических и биологических свойств.

*Ключевые слова:*  $\beta$ -фазные сплавы на основе титана, электровзрывное напыление, титан, ниобий, структура, фазовый состав, свойства, нанотвердость, модуль упругости, имплантат.

**K. V. Sosnin, D. A. Romanov, V. E. Gromov,  
Yu. F. Ivanov, A. D. Filyakov, E. A. Gaevoi**

## **ELECTROEXPLOSIVE SYNTHESIS OF BIOINERT COATINGS OF THE SYSTEM Ti-Nb**

Bioinert electroexplosive coatings of the Ti-Nb system have been synthesized, the properties of which meet the operational requirements on the surface of economical medical implants. Electroexplosion coatings have a unique complex of physicochemical and biological properties.

*Key words:* novel  $\beta$ -phase Ti-based alloys, electro-explosive spraying, titanium, niobium, zirconium, structure, phase composition, properties, nanohardness, modulus of elasticity, implant.

**Р**азработка новых биокomпозиционных материалов для медицины и исследование их структурных, морфологических и физико-химических свойств является одной из приоритетных задач медицинского материаловедения, включающей основные аспекты физики конденсированного состояния. В настоящее время в качестве материала основы для имплантатов используют металлы и сплавы, не содер-

жащие токсичные легирующие элементы Al и V, с высоким уровнем прочностных и антикоррозионных свойств — титан, титановые сплавы, сталь определенных марок, кобальтохромовые сплавы и др.

В настоящее время медицинские имплантаты активно используются для вживления в организм в качестве протезов либо в качестве идентификатора. Исследование физико-химических и морфологических свойств, структуры имплантатов является одной из приоритетных задач физики конденсированного состояния и медицинского материаловедения. Научная новизна научного исследования заключается в том, что предлагаемая к использованию электровзрывная обработка титанового сплава позволит сформировать на его поверхности биоинертные покрытия системы Ti—Nb. Это позволит кардинальным образом менять структурно-фазовое состояние титанового имплантата, создавать на его поверхности биоинертные наноструктурные покрытия с низким модулем упругости. В результате выполнения проекта разработана научно-инновационная продукция — титановый имплантат, защищенный электровзрывными покрытиями системы Ti—Nb. Разработанный имплантат имеет свойства, превосходящие используемые в настоящее время аналоги.

Путем выбора режимных параметров: поглощаемой плотности мощности и состава напыляемого покрытия — можно добиваться оптимального сочетания структурных составляющих и свойств покрытия. Технология электровзрывного напыления покрытия различных систем успешно используется для упрочнения поверхности электрических контактов, штампов, деталей, работающих в условиях трения и т. д. Однако в настоящее время в мировой литературе отсутствуют сведения о методах и подходах к формированию биоинертных покрытий системы Ti—Nb на медицинских имплантатах методом электровзрывного напыления. Рассматриваемый подход получения биоинертных покрытий системы Ti—Nb является экологически чистым (все процессы протекают в вакуумной камере установки). Получение биоинертных покрытий системы Ti—Nb реализовано при помощи перспективной методики электровзрывного напыления. Выбраны такие режимы электровзрывного напыления, которые позволяют получить минимальную степень шероховатости их поверхности, гомогенизацию и наноструктурирование, повысить износостойкость и получить модуль упругости, сопоставимый с костной тканью человека. Наноструктурирование (размер кристаллитов до 100 нм) поверхностного слоя толщиной в десятки микрон осуществлено в условиях импульсного переплавления поверхности титановых имплантатов и покрытия с последующим высокоскоростным

охлаждением путем отвода тепла в объем интегрально холодного образца — имплантата. Фундаментальная новизна обусловлена разработкой комплекса физико-математических моделей различных процессов, протекающих при формировании и эксплуатации покрытий.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00075 мол\_а.*